

# Biologische Arbeitsstoffe in abwassertechnischen Anlagen

H.-D. Neumann

**Zusammenfassung** Die Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 220 „Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in abwassertechnischen Anlagen“ aus dem Jahr 2002 wurde überarbeitet und in Neufassung am 6. Dezember 2010 bekannt gemacht. Im Sinne der Gefährdungsbeurteilung sind bei Tätigkeiten im Bereich abwassertechnischer Anlagen sowohl Gefährdungen durch Schmierinfektionen beim Umgang mit kontaminierten Werkzeugen und Geräten oder bei Kontakt mit kontaminierter Kleidung als auch die Aufnahme biologischer Arbeitsstoffe über die Atemluft oder über die Schleimhäute zu vermeiden. Ziel der Überarbeitung der TRBA 220 war es, diese Aufnahmewege zu unterbrechen. Dazu sind die Aerosole am Arbeitsplatz zu minimieren und Schmierinfektionen jeglicher Art zu vermeiden. Neu sind daher die Absaugung oder die Luftschleierabspernung der Aerosole am Schacht bei der Kanalspülung sowie die konsequente Nutzung einer Fernbedienung in deutlichem Abstand vom Schacht unter Berücksichtigung der Windrichtung. Neu für Kläranlagen ist die Forderung nach Armaturen an Handwaschbecken, die ohne Berührung mit der Hand zu bedienen sind. Die Regelungen zur Bereitstellung von Schutz- bzw. Arbeitskleidung sowie persönlicher Schutzausrüstung wurden konkretisiert. Schließlich wurden die Maßnahmen zur arbeitsmedizinischen Prävention erweitert und konkretisiert.

## Biological agents in waste water installations

**Abstract** The Technical Rule for Biological Agents (TRBA) 220 "Safety and health during activities with biological agents in waste water installations" dating back to 2002 has been revised and was published in its new version on 6<sup>th</sup> December 2010. On the basis of the risk assessment, it is essential during activities in the vicinity of waste water installations to avoid the risk of smear infections when handling contaminated tools and equipment or due to contact with contaminated clothing and avoid the intake of biological agents via the breathing air or via the mucous membranes. The goal of the revision of TRBA 220 was to bar these intake paths. It is therefore imperative to minimize aerosols at the workplace and avoid smear infections of all kinds. New is thus the extraction or air-curtain containment of the aerosols at the shaft during sewer flushing and the consistent use of a remote control at a safe distance considering the wind direction from the shaft. New for sewage treatment plants is the demand for fittings on washbasins that are operated without contact with the hands. The new version concretises the arrangements for the provision of protective or work clothing and personal protective equipment. Finally, the measures for preventive industrial health have been extended and concretized.

## 1 Einleitung

Gut gereinigtes Abwasser ist ein wesentliches Fundament für die Gesundheit der Bevölkerung. Es vermeidet Fäkal-kontaminationen von Trinkwasser und ist somit die Grundlage für die Vermeidung von Seuchen und Epidemien. Doch

was die Bevölkerung schützt, kann für die Beschäftigten in der abwassertechnischen Anlage eine Gefährdung bedeuten. Denn die Ableitung und verfahrenstechnische Aufbereitung von Abwasser erfordert zahlreiche Tätigkeiten, bei denen die Beschäftigten mit biologischen Arbeitsstoffen in Kontakt kommen. Ziel muss es daher sein, die Beschäftigten bei diesen Tätigkeiten vor der Einwirkung von biologischen Arbeitsstoffen zu schützen.

## 2 Abwasserhygiene im historischen Rückblick

Der Beruf des Abwasserentsorgers ist eine vergleichsweise junge Disziplin, obwohl Abwasser seuchenhygienisch gesehen zumindest seit der Gründung von Städten im Mittelalter ein Problemfaktor ist. Zu dieser Zeit entsorgte man seine Fäkalien und Abfälle auf die Straßen und in die engen Ehgräben zwischen den Häusern. Gleichzeitig dienten die Straßen der Viehhaltung, z. B. von Schweinen und Hühnern. Diese sorgten für eine Reduzierung des noch für sie verwertbaren Abfalls, aber gleichzeitig auch für die Vermehrung von Fäkalien. Von Zeit zu Zeit wurde der Unrat von Straßenkehrern zusammengefegt und vor die Tore der Stadt gefahren. Die Straßenkehrer waren somit die ersten Entsorger im kommunalen Umfeld.

Bei diesen hygienischen Verhältnissen fühlten sich Ratten sehr wohl. Diese waren häufig Träger des Rattenflohs, der wiederum Wirt des Bakteriums *Yersinia pestis* war, dem Erreger der Pest. So übertrugen die Ratten das Bakterium auf die Menschen, was immer wieder zu massiven Seuchenausbrüchen führte. Ihre Hochzeit hatte die Pest in der Mitte des 14. Jahrhunderts. Seinerzeit starben 25 Mio. Menschen, was ca. einem Drittel der Bevölkerung Europas entsprach. Mehr als 400 Jahre bedrohte die Pest in Schüben von etwa 10 bis 15 Jahren die Bevölkerung Europas. Sie grassierte insbesondere auch in der Zeit des prunkvollen Barocks. Seinerzeit kam die Abwasserentsorgung komplett zum Erliegen. Die Menschen mieden das Wasser „wie die Pest“ – oder vielleicht auch ihretwegen. Selbst in den großen Palästen gab es so gut wie keine Toiletten. Die Herrschaften verrichteten ihre Notdurft in Kaminen, hinter Vorhängen in den Fensternischen oder unter den Freitreppen. Eine Heerschar von Lakaien war damit beschäftigt, die Fäkalien wieder einzusammeln. Sie waren somit ein weiterer Vorläufer des heutigen Berufszweiges der Entsorger. Besonders schwere Pestepidemien ereigneten sich in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts in London und in Paris mit jeweils mehr als 70 000 Toten. Erst 1786 verschwand die Pest vom mitteleuropäischen Kontinent mit ihrem Ausbruch in Marseille und 1890 nach ihrem letzten Auftreten in Mallorca aus ganz Mitteleuropa [1].

Danach begann das Zeitalter der Industrialisierung und der Verstädterung. München zum Beispiel wuchs in der Zeit zwischen 1800 und 1860 von 50 000 auf 130 000 Einwohner. Es entstanden Mietshäuser für viele Personen mit wenig Toilettenraum. Auch die Entsorgung – nunmehr in Latrinen

Dr.-Ing. Heinz-Dieter Neumann,

Unfallkasse Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.

Tabelle 1. Beispiele für im Abwasser mögliche Krankheitserreger.

Krankheitserreger	Risikogruppe	Wirkung
<i>Escherichia coli</i>	2	Durchfall
<i>Clostridium tetani</i>	2	Wundstarrkrampf
Salmonella der Typhusgruppe	2 oder 3**	schwere Allgemeinerkrankung mit Fieber
<i>Salmonella enteritidis</i>	2	akuter Brechdurchfall, Fieber
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	Nasennebenhöhlenentzündung, Lungenentzündung
<i>Leptospira sp.</i>	2	Gelbsucht, Hirnhaut- und Nierenentzündung, Weilsche Krankheit
Rotavirus und Norovirus	2	Erbrechen, Durchfall
Adenoviren	2	Infektionen der Atemwege, Augenentzündung, Durchfall
Poliovirus	2	Durchfall, Hirnhautentzündung, Kinderlähmung
Hepatitis-A-Virus	2	infektiöse Leberentzündung (Hepatitis)

oder über Kanäle ohne Abfluss – war mehr als mangelhaft. Diese waren undicht und verseuchten das Trinkwasser, das noch aus Brunnen geschöpft wurde. So kam es immer wieder zu schweren Seuchen und Epidemien. Verursacher waren nun die Bakterien *Vibrio cholerae* und *Salmonella typhi*. Erst nach einer schweren Choleraepidemie im Jahre 1854, der auch die damalige bayerische Königin Therese zum Opfer fiel, verbesserte man das hygienische Umfeld. Unter maßgeblicher Beratung des seinerzeit in München tätigen Hygienikers *Pettenkofer* wurde das Kanalsystem systematisch ausgebaut. 1885 wurde ein Kanalbetrieb mit professionellen Abwasserentsorgern gegründet. 1890 wurden das Spülklosett und die Schwemmkanalisation eingeführt, die 1925 einen Anschlussgrad von 78 % erreichte. München war zwischenzeitlich auf 500 000 Einwohner gewachsen. Die Kanäle wurden zwei- bis dreimal im Jahr gereinigt. Erfolg dieser Maßnahmen war die Reinhaltung des Trinkwassers und damit eine Reduzierung der Sterblichkeit von 42/1 000 Einwohner im Jahre 1870 auf 16/1 000 Einwohner im Jahr 1910 [2]. Ein solcher Erfolg kann jedoch nur nachhaltig gesichert werden, wenn Fachpersonal die einwandfreie Funktion und Sauberkeit der abwassertechnischen Einrichtung dauerhaft sicherstellt.

### 3 Gefährdung durch Abwasser heute

Trotz dieser Erfolge in der allgemeinen Hygiene ist der Umgang mit Abwasser auch heute nicht als gefahrlos einzustufen. Für das Personal, das direkten Umgang mit Abwasser hat, besteht weiterhin Infektionsgefahr. Ferner besteht eine Gefährdung durch toxische und sensibilisierende Wirkungen von Mikroorganismen. Eine Auswahl der im Abwasser möglicherweise vorkommenden Mikroorganismen ist **Tabelle 1** zu entnehmen [3]. Wie die Wirkungsbeschreibung der Mikroorganismen zeigt, ist es nicht verwunderlich, dass Mitarbeiter im Bereich der Stadtentwässerung zu Beginn ihrer Tätigkeit häufig über Durchfallerkrankungen klagen [4]. Durch arbeitsplatzbedingte Immunisierung entsteht in der Folge offensichtlich ein Immunschutz, der die Mitarbeiter befähigt, als „healthy worker“ den Belastungen an einem Arbeitsplatz in der Stadtentwässerung standzuhalten.

### 4 Ziel der neuen TRBA 220

Ziel bei der Überarbeitung der Technischen Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 220 „Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in den ab-



Gesamtakterien in KBE/m³	bis 55 x 10³
Endotoxine in EU/m³	bis 60
Gesamtschimmelpilze in KBE/m³	10²
Bei filtrierender Probenahme kein Nachweis von Entero- und coliformen Bakterien	

Bild 1. Kanalspülung mit Frischwasser.

wassertechnischen Anlagen“ [3] war es, Maßnahmen festzulegen, bei deren Einhaltung nicht nur die „healthy worker“ vor den Gefährdungen geschützt sind. Erforderlich hierzu ist die Minimierung von Bioaerosolen, um deren inhalative Aufnahme, verschmutzte Arbeitskleidung sowie jegliche Art von Schmierinfektion, auch über die Kleidung, zu vermeiden.

### 5 Belastungen an Arbeitsplätzen im Bereich der Stadtentwässerung

Um die Gefährdungen durch Mikroorganismen an Arbeitsplätzen der Stadtentwässerung zu vermitteln, folgt ein kurzer Überblick über Belastungen an entsprechenden Arbeitsplätzen. Die Beispiele betreffen die

- Kanalspülung mit dem Hochdruckspülwagen mit Frisch- oder Brauchwasser,
- Reinigung von Staukanälen,
- Reinigung von Sammelbehältern in Pumpwerken.

Angegeben werden die Ergebnisse von Untersuchungen zur Arbeitsplatzkonzentration von Gesamtakterien, Endotoxinen und Gesamtschimmelpilzen.

**Bild 1** zeigt das Belastungsprofil bei der Kanalspülung mit dem Frischwasserspülwagen, wenn der Spülvorgang am Bedienungspult unmittelbar am Schacht gesteuert wird.

Tabelle 2. Abklatschproben auf der Kleidung bei der Kanalspülung.

Kleidungsstück	Tragedauer in h	Gesamtbakterien in KBE/25 cm <sup>2</sup>	Coliforme Bakterien in KBE/25 cm <sup>2</sup>
Jacke Probenehmer	?	3	0
Arbeitsjacke privat	?	Rasen	70
Arbeitshose	1	60	1
	2	180	1
	3	Rasen	38
Handschuh außen	5	25	16
	6	150	7
	7	Rasen	70
Handschuh innen	5	350	3
	6	150	11
	7	Rasen	Rasen

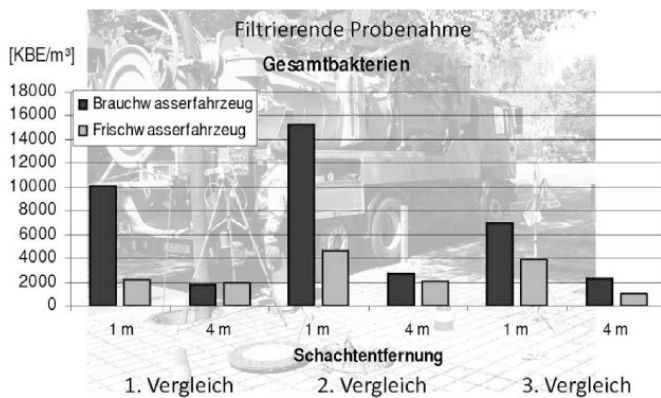


Bild 2. Vergleich Gesamtbakterienkonzentration bei Frischwasser- und Brauchwasserspülung in 1 und 4 m Abstand vom Schacht.

Tabelle 3. Keimbelastung in der Luft in Bauwerken: Reinigung von Staukanälen/Hochdruckreinigung in Pumpwerken.

Tätigkeit	Reinigung von Staukanälen	Hochdruckreinigung in Pumpwerken
Gesamtbakterien in KBE/m <sup>3</sup>	bis 80 · 10 <sup>3</sup>	bis 2 200 · 10 <sup>3</sup>
Endotoxine in EU/m <sup>3</sup>	bis 450	bis 800
Gesamtschimmelpilze in KBE/m <sup>3</sup>	bis 6 · 10 <sup>3</sup>	bis 100 · 10 <sup>3</sup>

Bei filterierender Probenahme kein Nachweis von Entero- und coliformen Bakterien

Tabelle 4. Ergebnisse von Fangplattenproben.

Keimart	KBE/Platte
Enterobakterien	194 bis > 300
Coliforme Bakterien	> 250 bis > 300
E. coli	144 bis 185

Obwohl die Messwerte unter dem Aspekt der inhalativen Aufnahme im Vergleich zu anderen Arbeitsplätzen nicht übermäßig besorgniserregend erscheinen, ist dennoch Vorsicht geboten [5 bis 7]. Einerseits werden mit der filterierenden Probenahme keine Enterobakterien nachgewiesen [5], sodass die Zahl der Gesamtbakterien nicht als Zahl der am Arbeitsplatz insgesamt vorhandenen Bakterien anzusehen ist. Andererseits kommt es zu einer starken Kontamination der Schutzkleidung (Tabelle 2), auf der nunmehr auch coli-

forme Bakterien nachgewiesen wurden. Es bestehen somit Schmierinfektionsgefährdungen über die Kleidung. Bemerkenswert sind auch die Ergebnisse der Abklatschproben auf der privaten Arbeitsjacke und in den Schutzhandschuhen, die die Notwendigkeit einer umfassenden Hygiene bei der Bereitstellung und Reinigung von persönlicher Schutzausrüstung und Arbeitskleidung unterstreichen [5].

Zunehmend kommen bei der Kanalspülung Brauchwasserspülwagen zum Einsatz, die das aufgesaugte Abwasser nach Filtrierung wieder zur Kanalspülung verwenden. Bild 2 verdeutlicht, dass diese im Vergleich zum Frischwasserspülwagen eine deutlich höhere Belastung durch biologische Arbeitsstoffe verursachen. Ferner zeigt Bild 2, dass die Nutzung einer Fernbedienung (unter Berücksichtigung der Windrichtung) die Belastung durch biologische Arbeitsstoffe erheblich reduzieren kann [7].

Zu einer deutlichen Steigerung der Belastung durch biologische Arbeitsstoffe kommt es bei Reinigungsarbeiten in Bauwerken (Tabelle 3). Dabei werden die Bauwerke zunächst mit Werkzeugen wie Spateln, Schaufeln und Besen manuell vorgereinigt, bevor sie mit einer Hochdruckdüse abgespritzt werden. Die Mitarbeiter befinden sich bei dieser Tätigkeit unmittelbar im Bioaerosol [5; 7]. Bei den Vorreinigungsarbeiten und im Sprühnebel werden nunmehr auch Schimmelpilze in nennenswerter Konzentration nachgewiesen, die in den Anbackungen im Kanal oberhalb des Wasserspiegels ideale Wachstumsbedingungen finden. Fangplatten, die neben der filterierenden Probenahme bei einigen Arbeiten in Kopfhöhe der Beschäftigten in die Bauwerke eingebracht wurden (Tabelle 4) zeigen darüber hinaus ein reges Vorkommen von Enterobakterien und coliformen Bakterien im Bioaerosol [5; 7]. Bei Arbeiten in Bauwerken ist also ein umfassender Schutz der Beschäftigten sicherzustellen.

Auf Kläranlagen werden überwiegend Wartungs-, Reinigungs- und Reparaturarbeiten verrichtet (Bild 5). Die inhala-



Bild 3. Reinigungsarbeiten am Belebtschlammbecken.

Tabelle 5. Bioaerosolbelastungen auf Kläranlagen.

Anlagenteil	Gesamtbakterien in KBE/m <sup>3</sup>	Gesamtschimmelpilze in KBE/m <sup>3</sup>	Endotoxine in EU/m <sup>3</sup>
Rechenhallen	< 15 000 i. d. R. < 2 000	< 3 000	< 60
Offener Anlagenbereich	< 1 000	< 1 500	< 60
Belebungsbecken Ablaufwasserfall	27 000		230
Pressenreinigung	< 20 000	< 1 000	100/250

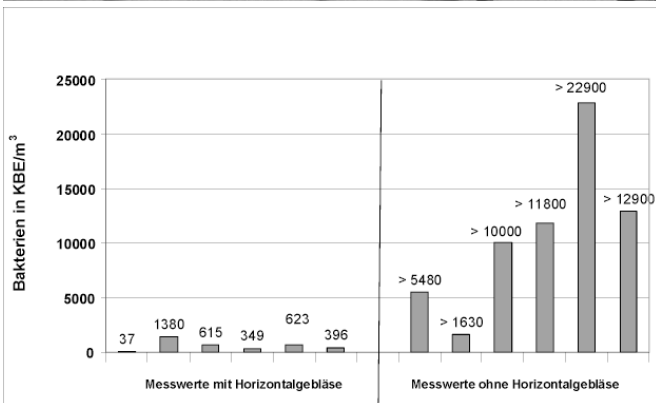


Bild 4. Wirkung der Luftschleierabsperzung.

tive Belastung durch biologische Arbeitsstoffe im Aerosol ist hier deutlich geringer als bei den Kanalreinigungsarbeiten (Tabelle 5) [8]. Hier steht die Vermeidung von Schmierinfektion über Werkzeuge, Anlagenteile und Kleidung im Vordergrund. Die Arbeitsplätze im Laboratorium der Kläranlagen regelt nun – nach der Überarbeitung der TRBA 220 – die TRBA 100 „Laboratorien“ [9].

## 6 Schutzmaßnahmen nach TRBA 220

### 6.1 Technische Schutzmaßnahmen bei der Kanalspülung

Untersuchungen bei der Kanalspülung unter Verwendung eines Luftschleiers, der mithilfe eines Kompressors und eines fächerförmigen Auslasses über den Kanalschacht gelegt wird, haben gezeigt, dass sich hierdurch die Bioaerosole am Schacht deutlich reduzieren lassen (Bild 4) [7; 10]. Entsprechend ausgestattete Spülfahrzeuge sind inzwischen Stand der Technik. Auch wird die Nutzung der Fernbedienung verbindlich gemacht. Die Mitarbeiter sind in diesem Zusammenhang anzuweisen, den Spülwagen mit der Fernbedienung in deutlichem Abstand vom Schacht zu steuern.



Bild 5. Hygienekammer am Kanalspülfahrzeug.

Quelle: Müller Umwelttechnik

### 6.2 Technische Schutzmaßnahmen im Bereich von Kläranlagen

Die technischen und baulichen Schutzmaßnahmen auf abwassertechnischen Anlagen haben sich im Vergleich zur überarbeiteten TRBA nur unwesentlich geändert. Sie stehen unter folgenden Prämissen:

- Turbulenzen beim Abwassertransport vermeiden,
- Fallhöhe bei stürzenden Wassermassen verringern,
- Arbeiten automatisieren,
- Windabweiser errichten,
- Aerosolbildung bzw. -ausbreitung z. B. durch Einhausung minimieren.

### 6.3 Bauliche Schutzmaßnahmen zur Hygiene

Bei den baulichen Schutzmaßnahmen zur Hygiene ergänzen neue Anforderungen an die Waschgelegenheiten die bestehenden Anforderungen zur Trennung von Pausen-, Umkleide- und Aufenthaltsräumen, Schwarz-weiß-Anlagen sowie Trockenräume. Waschgelegenheiten sind nunmehr mit Armaturen auszustatten, die vorrangig ohne Berührung mit der Hand bedient werden können. Auch Stützpunkte sollen mit Waschräumen ausgestattet sein. Zeitweise besetzte Betriebsstätten sind zumindest mit Waschbecken mit fließend Kalt- und Warmwasser sowie mit Spendern für Einmalartikel auszustatten. Ist dies aus baulichen Gründen nicht möglich, wie z. B. auf Fahrzeugen, sind eine Waschgelegenheit mit fließend Kalt- und Warmwasser sowie geeignete Einmalartikel mitzuführen (Bild 5). Das Wasser im Behälter ist aus hygienischen Gründen täglich zu wechseln.

### 6.4 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Bereits bestehende organisatorische Schutzmaßnahmen, wie z. B. Unterweisung, gesicherte Standorte bei Reinigungsarbeiten oder die Reinigung verschmutzter Arbeits-

geräte, wurden durch weitere Maßnahmen ergänzt. Neu ist die Forderung an den Arbeitgeber nach Bereitstellung von ausreichend Zeit für die Beschäftigten zur Erfüllung derer arbeitshygienischen Pflichten, sei es bei der Körperreinigung oder bei der Reinigung des Arbeitsplatzes und der Arbeitsmittel. So müssen die Beschäftigten z. B. die Fahrzeugkabine arbeitstäglich reinigen. Ferner sollen sie zum Arbeitende duschen. Auf die Notwendigkeit der Fernbedienung bei Kanalspülarbeiten wurde bereits hingewiesen.

### 6.5 Persönliche hygienische Schutzmaßnahmen und persönliche Schutzausrüstung

Die Regelungen zur Hände- und Körperreinigung sowie -pflege sowie das Verbot des Trinkens, Essens und Rauchens an Arbeitsplätzen wurden um Regelungen zur Arbeitskleidung ergänzt. Demnach muss sie mindestens wöchentlich gewechselt werden, wobei mindestens drei Sätze Arbeitskleidung vorzuhalten sind. Der Arbeitgeber ist zuständig für die Reinigung der Arbeitskleidung.

Schutzkleidung soll den unmittelbaren Hautkontakt mit Bioaerosolen vermeiden und den Schutz gegen Nässe gewährleisten. Bei Arbeiten mit Aerosolbildung, wie z. B. bei Reinigungsarbeiten in Bauwerken, ist flüssigkeitsdichte Schutzkleidung zu verwenden (mindestens Schutzanzug Typ 4).

Die Handschuhe müssen den Schutz gegen mechanische Gefährdungen gewährleisten und bei Kontakt mit Abwasser oder Schlamm flüssigkeitsdicht sein. Geeignet sind z. B. Schutzhandschuhe aus Nitril- oder Butylkautschuk. Es sind ausreichend Schutzhandschuhe zur Verfügung zu stellen, damit diese – den Anforderungen entsprechend – gewechselt, gewaschen und getrocknet werden können. Bei Arbeiten, wie z. B. Hochdruck-Reinigungsarbeiten in Bauwerken, ist durch Stulpung oder Abdichtung im Bereich der Bündchen sicherzustellen, dass keine Flüssigkeit in den Handschuh oder in die Ärmel des Anzuges eindringen kann.

Besteht die Gefahr von Augenkontakt mit Spritzern oder Aerosolen, wie z. B. bei Arbeiten in Bauwerken, ist eine geeignete Schutzbrille oder ein Gesichtsschutzschirm zu tragen. Atemschutz ist zu verwenden, wenn Spritzer und Aerosole durch bauliche und technische Maßnahmen nicht zu vermeiden sind. Dieses ist zumindest bei Reinigungsarbeiten in Bauwerken der Fall. Getragen werden muss eine partikelfiltrierende Halbmaske FFP 3 mit Ausatemventil. Masken mit Filtern zur mehrfachen Verwendung sind aus hygienischen Gründen ungeeignet [4]. Auch darf durch die Atemschutzmaske das unverzügliche Aufsetzen eines Selbstretters im Gefahrenfall nicht behindert werden [5].

## 7 Arbeitsmedizinische Prävention

Das Kapitel „Arbeitsmedizinische Prävention“ enthält Aussagen zur

- Beteiligung an der Gefährdungsbeurteilung,
- allgemeinen arbeitsmedizinischen Beratung,
- arbeitsmedizinischen Vorsorge.

Es wird verdeutlicht, dass aufgrund der komplexen Gefährdungssituation bei der Arbeit in abwassertechnischen Anlagen arbeitsmedizinischer Sachverstand bei der Gefährdungsbeurteilung erforderlich ist. Bei der allgemeinen arbeitsmedizinischen Beratung soll der Arzt oder die Ärztin einbezogen werden, die an der Gefährdungsbeurteilung beteiligt war. Die Beratung informiert über die infektiösen,

sensibilisierenden und toxischen Wirkungen biologischer Arbeitsstoffe. Inhalte sind z. B. relevante Krankheitserreger, Übertragungswege und Krankheitsbilder. Im Rahmen der arbeitsmedizinischen Beratung sollen die Beschäftigten auch über die auf der Basis der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Schutzmaßnahmen, arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen und ggf. mögliche Impfungen informiert werden.

Die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen sind in Pflicht-, Angebots- und Wunschartuntersuchungen gegliedert. Pflichtuntersuchungen sind hinsichtlich der Infektionsgefährdung durch das Hepatitis-A-Virus zu veranlassen. Auch ist hierzu eine Impfung anzubieten. Weitere Anlässe für Pflichtuntersuchungen sind z. B. Feuchtarbeit von regelmäßig 4 h oder mehr je Tag oder Tätigkeiten, die das Tragen von Atemschutzgeräten der Gruppe 2 und 3 erfordern. Angebotsuntersuchungen sind – abhängig vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung – im Hinblick auf eine Vielzahl von Infektionserregern notwendig. Auf die Liste möglicher Krankheitserreger im Anhang der TRBA wird verwiesen. Auch in diesem Fall schließt die Untersuchung Impfangebote ein, sofern es sich um impfpräventable Erreger handelt. Weitere Angebotsuntersuchungen werden ausgelöst, wenn als Folge einer Exposition gegenüber einem biologischen Arbeitsstoff mit einer schweren Infektion oder Erkrankung gerechnet werden muss und Maßnahmen der postexpositionellen Prophylaxe möglich sind oder eine Infektion aufgetreten ist. Weitere Angebotsuntersuchungen betreffen Feuchtarbeit von regelmäßig mehr als 2 h je Tag oder Tätigkeiten, die das Tragen von Atemschutzgeräten der Gruppe 1 erfordern. Wunschartuntersuchungen hat der Arbeitgeber den Beschäftigten zu ermöglichen, sofern ein Gesundheitsschaden nicht ausgeschlossen werden kann. Dies kann z. B. bei Exposition gegenüber Aerosolen mit sensibilisierenden und toxischen Eigenschaften der Fall sein.

## 8 Zusammenfassung

Abwasser war im geschichtlichen Rückblick häufig Ausgangspunkt für Seuchen und Epidemien. Die gezielte Erfassung, Ableitung und Aufbereitung von Abwasser konnte dieses Seuchenrisiko in Mitteleuropa deutlich reduzieren. Dennoch ist Abwasser für die Beschäftigten in abwassertechnischen Anlagen immer noch eine Gefährdung. Diese beruht einerseits auf Schmierinfektionsgefährdungen beim Umgang mit kontaminierten Werkzeugen und Geräten oder bei Kontakt mit kontaminierter Kleidung. Andererseits bestehen Gefährdungen durch die Aufnahme von biologischen Arbeitsstoffen über die Schleimhäute oder durch die inhalative Aufnahme. Ziel der Überarbeitung der TRBA 220 war es, diese Aufnahmewege zu unterbrechen. Dazu sind die am Arbeitsplatz auftretenden Aerosole zu minimieren und Schmierinfektionen jeglicher Art – auch über die Kleidung – zu vermeiden. Neu sind daher die Absaugung oder die Luftschleierabspernung der Aerosole am Schacht bei der Kanalspülung sowie die konsequente Nutzung der Fernbedienung in deutlichem Abstand vom Schacht unter Berücksichtigung der Windrichtung. Die technischen Schutzmaßnahmen im Bereich der Kläranlagen wurden im Vergleich zur überarbeiteten TRBA nur unwesentlich geändert. Hinzugekommen ist die Forderung nach Armaturen an Handwaschbecken, die ohne Berührung mit der Hand zu bedienen sind. Die Regelungen zur Bereitstellung von Schutz- bzw. Arbeits-

kleidung sowie persönliche Schutzausrüstung wurden konkretisiert. Schließlich wurden die Maßnahmen zur arbeitsmedizinischen Prävention, die unter anderem die arbeitsmedizinische Vorsorge umfasst, erweitert und konkretisiert.

Das Zusammenwirken der Maßnahmen soll einen umfassenden Gesundheitsschutz im Bereich abwassertechnischer Anlagen gewährleisten.

**Literatur**

[1] *Winkle, S.*: Kulturgeschichte der Seuchen. Düsseldorf: Patmos 2005.

[2] Geschichte der Münchner Stadtentwicklung. [www.muenchen.de/Rathaus/bau/wir/mse/hintergruende/136877/geschichte.html](http://www.muenchen.de/Rathaus/bau/wir/mse/hintergruende/136877/geschichte.html)

[2] Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe: Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in abwassertechnischen Anlagen (TRBA 220). GMBL. (2010) Nr.68-80, S. 1405-1416.

[3] *Rieger, M. A.; Diefenbach, H.*: Biologische Belastungen und Beanspruchungen im Bereich der Abwasserwirtschaft – Wie wichtig sind Endotoxine? Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 67 (2007) Nr. 9, S. 363-366.

[4] *Neumann, H.-D.; Buxtrup, M.; Balfanz, J.; Lohmeyer, M.*: Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Kanalreinigung. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 62 (2002) Nr. 9, S. 371-380.

[5] *Karpinsky, C.; Scheidt-Illig, R.; Wenzel, E.; Welker, F.; Friedrich, I.; Bartsch, R.; Kerzel, A.; Peter, C.; Schiele, R.*: Untersuchungen zur Infektionsgefährdung bei Tätigkeiten in Abwasserableitungssystemen. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 60 (2000) Nr. 10, S. 413-421.

[6] *Neumann, H.-D.*: Belastungen durch Mikroorganismen und Endotoxine bei der Kanalreinigung und erforderliche Schutzmaßnahmen. In: *Bilitewski, B.; Schnurer, H.; Zeschmar-Lahl, B.* (Hrsg.): Müll-Handbuch. Lfg. 3/2006. Kennzahl 5171. 2. Aufl. S. 1-19. Berlin: Erich Schmidt 2007 – Losebl.-Ausg.

[7] *Steinberg, R.; Rieger, M. A.; Nuebling, M.; Lohmeyer, M.; Hofmann, F.*: Biologische Belastungen in der Abwasserwirtschaft – Messungen von luftgetragenen Bakterien, Schimmelpilzen und Endotoxinen. In: *Schäcke, G.; Lüth, P.* (Hrsg.): Dokumentationsband über die 40. Jahrestagung der DGAUM in Berlin, 15.-18. Mai 2000. S. 464-467. Fulda: Rindt-Druck 2000.

[8] Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe: Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen im Labor (TRBA 100). GMBL. (2007) Nr. 21, S. 435-451.

[9] *Vornhof, U.*: Technische Minimierung der Aerosolexposition bei der Hochdruckkanalreinigung. Diplomarbeit Bergische Universität – Gesamthochschule Wuppertal, FB 14 – Sicherheitstechnik. September 2001.

**Buchbesprechung**

**Measurement methods in atmospheric sciences.** Von *Stefan Emeis*. Stuttgart: Borntraeger Science Publishers. 272 S., Preis: 68,- €.

Das Titelbild zeigt eine in ihren Dimensionen recht raumgreifende Messapparatur, ein SODAR-RASS zur Fernerkundung von Wind- und Temperaturprofilen in der atmosphärischen Grenzschicht. Bei Atmosphärenmessungen geht es aber auch kleiner, z. B. bei der Temperaturmessung mit dem Flüssigkeitsthermometer oder der Bestimmung der Windrichtung und -stärke mit einem Windsack. Diese Beispiele illustrieren die Spanne und Komplexität der Messverfahren. Die Anzahl der in der Atmosphäre messbaren und gemessenen Parameter ist groß und entsprechend vielfältig die im Laufe der Zeit entwickelte Messtechnik. Prof. Dr. *Stefan Emeis* vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), hat sich die Aufgabe gestellt, diese Vielfalt anschaulich und übersichtlich darzustellen, ohne dabei die fachlichen und technischen Details bis in die letzte Tiefe ausloten zu wollen. Das Buch ist in 13 Kapitel unterteilt, zehn davon behandeln die Themenkomplexe „In-situ-Messverfahren“ (direkter Kontakt zwischen Messobjekt und Sensor) und „Fernmessverfahren“ (indirekte Erfassung des Messobjekts über elektromagnetische oder akustische Signale). Die Kapitel „Einleitung“ und „Grundlagen“ und ein Streifzug durch zukünftige Entwicklungen ergänzen diese. Die In-situ-Verfahren finden Anwendung für punktuelle Messungen der atmosphärischen Zustandsgrößen (Tem-

peratur, Druck, Feuchte, Wind), von Wasser und Eis im Niederschlag, der Bodenfeuchte, von Spurenstoffen (Gase, Partikel) in der Atmosphäre und für Flussmessungen zwischen einzelnen Bereichen der Geosphäre (z. B. Strahlungsfluss, mikrometeorologische Flüsse). Die optischen und akustischen Fernmessverfahren gehen aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften (Reichweite, Detektionsverfahren, Signalspektrum, Trägersysteme bis hin zum Satelliten) über das Punktuelle hinaus und erschließen die Dimensionen. Dies ermöglicht drastisch erweiterte Möglichkeiten zur zeitlichen und räumlichen Erfassung des atmosphärischen Messobjekts und seiner Parameter (Aufnahme von Profilen der Zustandsgrößen, Ermittlung der Mischungsschichthöhe, Wolkenmessungen, Scans von Oberflächeneigenschaften, Säulendichtemessungen, Erfassung von Blitzen u. v. a. m.). Der Autor sieht sowohl für die In-situ- als auch die Fernmessverfahren Entwicklungspotenzial, das vor allem an die Entwicklung der Mikroelektronik gekoppelt sein wird. Aber auch neue Einsatzfelder bieten neue Aufgaben. So kann z. B. die Nutzung erneuerbarer Energien unter Verwendung spezifischer Daten, die durch meteorologische Messungen zur Verfügung gestellt werden, optimiert werden. In einem Anhang gibt der Autor einen Überblick über die dem Stoff entsprechend große Anzahl der relevanten nationalen und internationalen technischen Regeln. Dieses äußerst informative Buch wird dem eingangs genannten Ziel des Autors voll und ganz gerecht. Sehr empfehlenswert!

*Dr. Norbert Höfert*